

**И.Т. Глебов**

**ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ  
ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ  
ОЦИЛИНДРОВАННЫХ ДЕТАЛЕЙ  
СРУБОВ ДЕРЕВЯННЫХ ДОМОВ**

**И.Т. Глебов**

**ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ  
ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ  
ОЦИЛИНДРОВАННЫХ ДЕТАЛЕЙ  
СРУБОВ ДЕРЕВЯННЫХ ДОМОВ**

Учебное пособие

Екатеринбург 2016

УДК 674.028.9

Рецензенты:

Ветошкин Ю.И. – канд. техн. наук, профессор кафедры механической обработки древесины Уральского государственного лесотехнического университета

Новоселов В.Г. – канд. техн. наук, доцент, зав кафедрой ИТОД Уральского государственного лесотехнического университета

Глебов И.Т.

Технология и оборудование для изготовления оцилиндрованных деталей срубов деревянных домов: Учебное пособие. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2016. – 34 с.

Рассмотрены технология и машины для производства оцилиндрованных деталей срубов деревянных домов. Приведена классификация машин. Рассмотрены конструкции станков для оцилиндровки бревен и режущие инструменты. Приведена последовательность выполнения технологических операций, выполняемых при оцилиндровке бревна. Дана методика выполнения расчетов производительности и мощности механизмов резания станка.

Учебное пособие предназначено для бакалавров, магистров, аспирантов лесотехнических вузов, студентов техникумов и может быть использовано на деревообрабатывающих предприятиях для повышения квалификации рабочих.

Ил.24. Табл.2. Библиогр.: 2 назв.

УДК 674.028.9

ISBN

© И.Т. Глебов, 2016

©

## Введение

Деревянный дом – мечта многих граждан, проживающих в сельской местности, в рабочих поселках, на окраине городов. Такой дом хорошо сохраняет тепло зимой и прохладу летом. Воздух в нем пахнет деревом. Дом считается экологически чистыми и надежными в эксплуатации.

В зависимости от используемого материала и конструктивного решения элементов различают дома бревенчатые, брусчатые, каркасные и панельные [1].

*Бревенчатые (рубленные) дома* делаются из окоренных бревен и отличаются малой степенью заводской готовности. Для наружных стен применяют бревна диаметром 20...22 см, если температура наружного воздуха в районе не опускается ниже - 30°C, и диаметром 24...26 см при температуре в местности - 40°C. Для внутренних стен бревна принимаются тоньше на 2...3 см. Бревна должны быть прямыми со сбегом не более 1 см на 1 м длины. Чаще применяют бревна из древесины сосны и ели. Рекомендуют использовать бревна зимней заготовки, желательно свежесрубленные. Такие бревна содержат мало влаги, легко обрабатываются, меньше подвергаются усушке, короблению и поражению грибами.

*Брусчатые дома* собираются из бруса и отличаются высокой степенью заводской готовности, однако требуют тщательной теплоизоляции мест сопряжения бревен между собой.

Для наружных стен применяют брус сечением 150×150 мм (при расчете на температуру - 30°C) и сечением 150×180 или 180×180 мм (при расчете на температуру - 40°C). Для внутренних стен используется брус толщиной 100 мм. Брус соединяют между собой по высоте стен впритык прямым кантом и скрепляют шкантами.

*Каркасный дом* представляют объемный каркас, изготовленный из досок, брусков, брусьев, стены каркаса с двух сторон обшиты досками или плитами, а пространство между обшивками заполнено утеп-

лителем. На изготовление такого дома затрачивается меньше древесины, но возведение его считается трудоемким.

В качестве утеплителя используют мягкие древесноволокнистые плиты или минераловатные плиты.

Каркасные стены делают из рам с вертикальными стойками из брусков (досок) сечением 50×80...140 мм. Расстояние между стойками составляет 60, 90 см. Высота стоек равна 2,6...2,8 м. Горизонтальные обвязки делают из тех же брусков и досок.

*Панельный дом* собран из деревянных панелей (утепленных щитов) заводского изготовления. Дом технологичен в изготовлении, сборке. Панели легко транспортируются железнодорожным транспортом.

Панели делают шириной 600 или 1200 мм и длиной 3000 мм или размером на всю стену дома или на стену комнаты. Панели перекрытий имеют размер в ширину 600 или 1200 мм и длину 3000, 3600, 4800 мм и более. Толщина панелей равна: 120...170 мм для наружных стен, 100...120 мм для внутренних стен и 170...190 мм для перекрытий.

*Оцилиндрованные бревна* делали еще в начале XX века и использовали их в качестве опор электропередач. Идея использовать такие бревна для строительства деревянных домов возникла в Финляндии в середине XX века. Бревна, обработанные в заводских условиях, включающие все необходимые элементы для сборки, отличаются высокой степенью заводской готовности, имеют хороший внешний вид. Новая технология нашла широкое применение в жилищном строительстве Финляндии.

В России идея изготовления домов из оцилиндрованных бревен родилась в Тюменской области, где был построен экспериментальный дом, после чего Тюменский НИИПдрев, разработал технологию и оборудование для обработки бревен с готовностью для сборки сруба. Стены дома из оцилиндрованных бревен имеют красивый внешний вид, хорошо сохраняют тепло зимой и прохладу в жаркое лето. Натуральность и экологическая чистота древесины создает в доме комфортную влажность и температуру, естественную вентиляцию и приятный запах древесины.

Оцилиндрованные бревна делают из древесины хвойных пород: сосны, ели, лиственницы. Детали выполняются с высокой степенью заводской готовности для сборки. Такие бревна используют для изготовления жилых домов и бань, а также при строительстве малых архитектурных форм: беседок, детских игровых комплексов, декоративных колодцев.

**Недостатки бревенчатого сруба.** Срубы домов, собранные из оцилиндрованных бревен имеют ряд недостатков.

1. Ствол растущего дерева прирастает годовыми кольцами. Каждый год в стволе дерева образуется годовое кольцо, увеличивающее диаметр и высоту ствола. По годовым кольцам определяют возраст дерева, который достигает сто лет и более. За многие годы жизни дерева центральная часть ствола отмирает и нередко загнивает. Жизнедеятельность дерева обеспечивает молодая древесина периферийного слоя. Однако, в процессе оцилиндровки бревна эта здоровая, самая прочная, пропитанная смолами внешняя заболонная часть древесины срезается, в результате чего оцилиндрованное бревно сильно подвержено воздействию грибов, поражению насекомыми.

2. При потере влажности древесина усыхает, изменяя форму и размеры. Происходит усадка нового сруба, которая происходит наиболее интенсивно в первые 2 года и менее интенсивно до 5 лет. В результате усадки меняется форма сруба, происходит перекося стен в каком-то месте, перекося оконных и дверных проемов. В связи с этим после сборки стен дома дальнейшее строительство его приостанавливается как минимум на один год.

3. Бревно, подготавливаемое для изготовления сруба, имеет длину 6,5 м. Если стена дома имеет большую длину, то бревна приходится стыковать.

4. Утепление стен дома (законопачивание щелей паклей, джутовым волокном, канатами из джута) – достаточно трудоемкий процесс, требующий навыков и применения особых материалов.

5. При оцилиндровке с бревна удаляется здоровая внешняя часть древесины, и образуется много отходов в виде стружки.

## 1. Схемы оцилиндровочных станков

Для получения оцилиндрованных бревен используется много различных моделей станков, но все они выполнены по одной из схем, приведенных на рис. 1 ([http://vproizvodstvo.ru/oborudovanie/stanok\\_dlya\\_ocilindrovki\\_breven/](http://vproizvodstvo.ru/oborudovanie/stanok_dlya_ocilindrovki_breven/)).

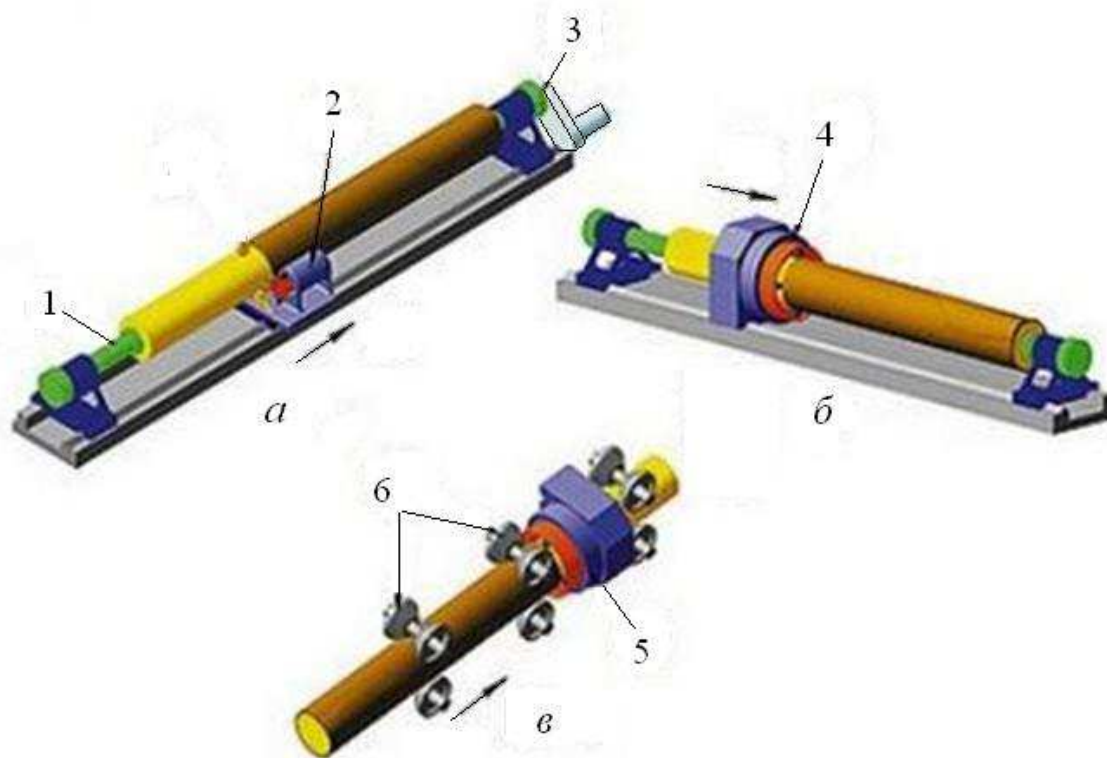


Рис. 1. Схемы оцилиндровочных станков:

*а* – токарная с подвижной фрезерной ножевой головкой, *б* – с подвижным ножевым ротором; *в* – с вальцовой подачей и неподвижным ножевым ротором,  
1 – зажимной центр; 2 – привод фрезерной ножевой головки; 3 – зажимной центр с приводом вращения; 4, 5 – роторная головка с приводом ее вращения; 6 – вальцовый механизм подачи

**Станок токарного типа** с подвижной фрезерной ножевой головкой (рис. 1*а*). Станок позиционный. При работе станка бревно торцами зажимается в центрах и вращается. Из-за неизбежного дисбаланса бревна и больших центробежных сил частота вращения бревна не превышает  $50...80 \text{ мин}^{-1}$ . В связи с этим сначала делается черновое фрезерование поверхности бревна, снимается припуск по радиусу до  $20...40 \text{ мм}$ . За второй проход обеспечивается чистовое фрезерование со снятием припуска  $2...3 \text{ мм}$ . На выходе на бревне полу-

чается цилиндрическая поверхность с шероховатостью  $R_{m \max} = 60 \dots 200$  мкм.

**Станок с подвижным ножевым ротором** (рис. 1б). Станок позиционный. При работе бревно зажимается в центрах и фиксируется неподвижно. Корпус ротора перемещается вдоль оси центров, бревно при этом проходит через ротор. Ротор с закрепленными на нем ножами вращается вокруг оси центров и формирует цилиндрическую поверхность бревна. Частота вращения ротора может достигать  $1000 \text{ мин}^{-1}$  и поэтому за один проход можно получить гладкую цилиндрическую поверхность.

При работе на позиционных станках (рис. 1а и 1б) надо подбирать прямые бревна. Прогиб бревен не должен превышать величину припуска на обработку. Необходима жесткая подсортировка бревен

На рис. 2 показана схема анализа возможности получения оцилиндрованного бревна диаметром 24 см при обработке бревна диаметром 26 см со стрелой прогиба. Из схемы следует, наличие прогиба бревна препятствует получению желаемого оцилиндрованного диаметра бревна.

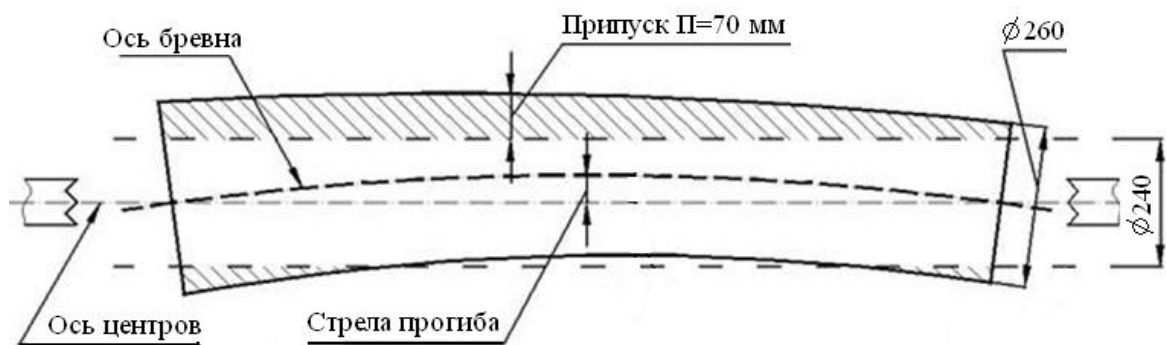


Рис. 2. Схема обработки бревна с продольным прогибом

**Схема станка с вальцовой подачей** и неподвижным ножевым ротором. Получается станок проходного типа. Бревна подаются вальцовым механизмом подачи в роторную головку с вращающимися ножами. В бревнах допускается продольный прогиб. На выходе из станка получается оцилиндрованное бревно с прогибом. Если после этого длинное обработанное бревно распилить по длине на короткие дета-



ли, а в срубе дома такие детали тоже требуются, то в коротких деталях продольный прогиб практически становится незаметным

Таким образом, использование станков проходного типа позволит работать без подсортировки сырья, увеличить полезный выход оцилиндрованных деталей и сократить объем мягких отходов.

## 2. Схемы соединения бревен в срубе дома

Срубы деревянных домов изготавливают из оцилиндрованных бревен диаметром 20...40 см зимней заготовки. Бревна, формирующие стены, в углах укладывают в цилиндрические чашки или соединяют в лапу (на шипах). Идеальная чашка рубится в половину диаметра укладываемого бревна (рис. 3а).

Чашки в бревнах рубят вручную или выполняют на станках.

При ручной рубке бригада мастеров состоит из 8 человек: 2 тесальщика очищают бревно от коры, 2 строгальщика электрорубанками цилиндруют бревно, 2 чашечника вырубают чашки, 2 подсобных рабочих на подхвате. Такая бригада за рабочую смену добавляет в сруб в среднем 2-4 бревна. Сруб из 12 венцов бани-пятистенки будет готов не ранее, чем через месяц.

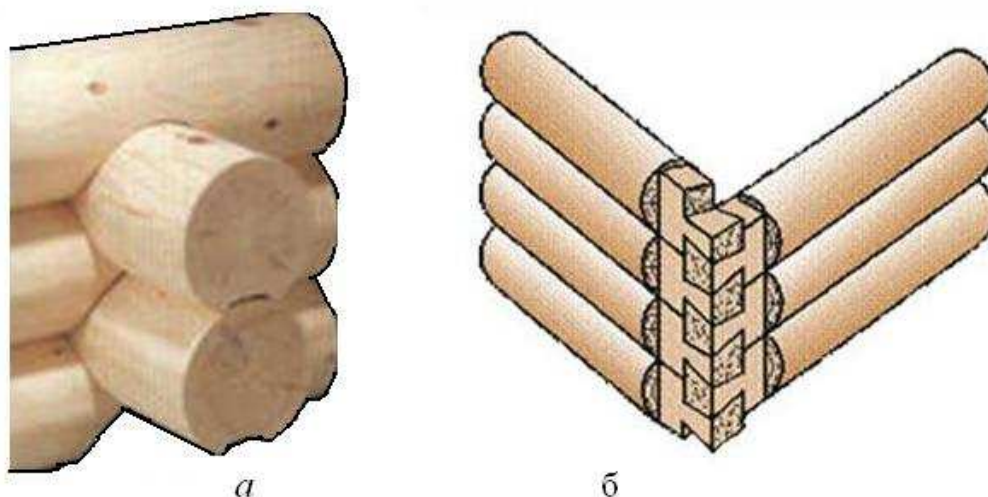


Рис. 3. Соединение бревен:

а – в чашку; б – в лапу (шип)

При сборке бревен стен в чашку часть бревен выступает за габарит стен, что уменьшает внутренние габариты дома. При сборке стен дома на шипах внутренние габариты дома увеличиваются.

Для продольного соединения бревен и утепления мест соединения паклей в бревнах делается продольный «лунный» паз или соединение со шпунтом и гребнем (рис. 4).

«Лунный» паз обрабатывается галтельной фрезой, диаметр окружности резания которой равен диаметру оцилиндрованного бревна. Ширина паза  $B=130...150$  мм. Диаметр бревна  $D=8...32$  см. Угловое соединение бревен показано на рис. 5.

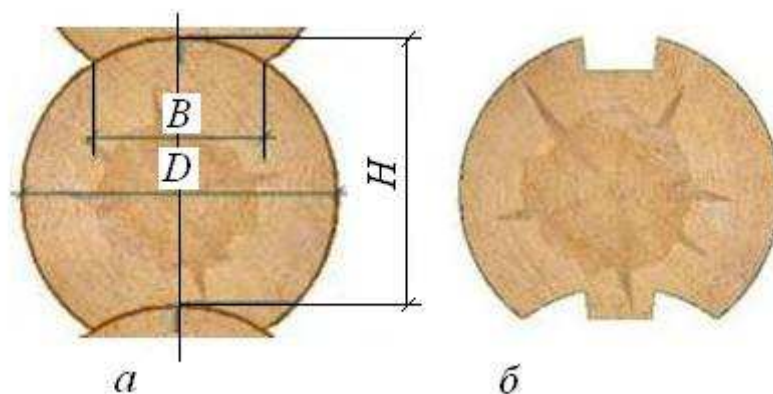


Рис. 4. Формы и размеры бревна:  
а – с пазом; б – со шпунтом и гребнем



Рис. 5. Угловое соединение бревен

Чашка может быть нарезана торцевой зубчатой фрезой. Торцовая двузубая фреза (рис. 6) срезает стружки в продольно-поперечном

направлении относительно волокон древесины. Образуются тонкие стружки равномерной толщины шириной от нуля до радиуса бревна и длиной от нуля до длины полуокружности бревна.

Схема нарезания чашки показана на рис. 7.

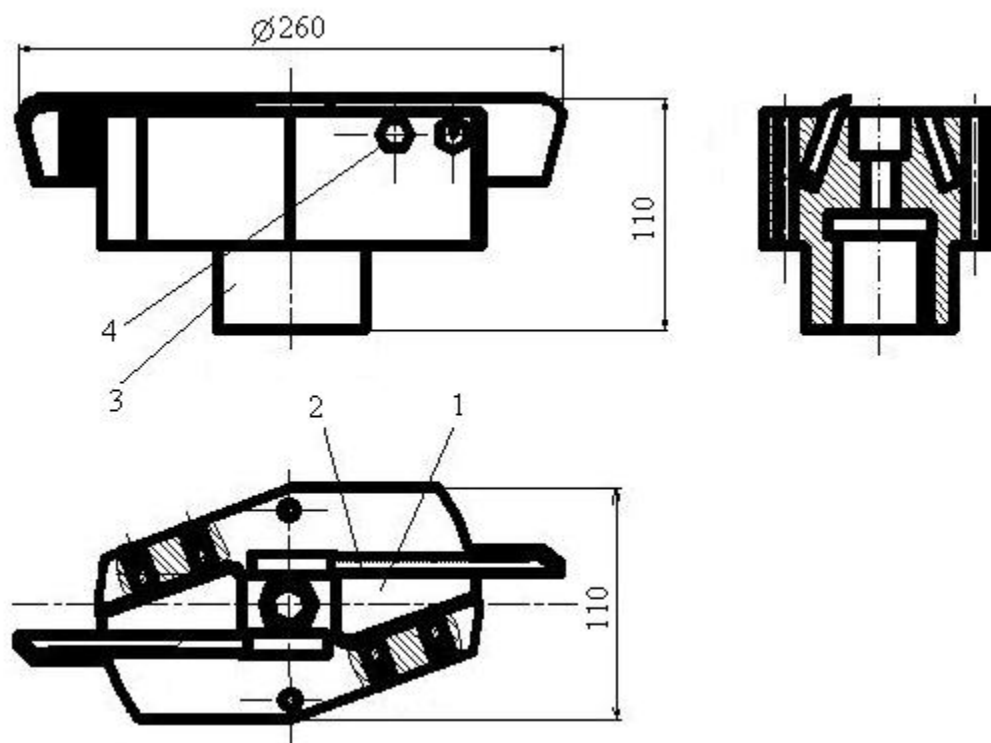


Рис. 6. Фреза:

1 – клин; 2 – нож; 3 – корпус фрезы; 4 – винты

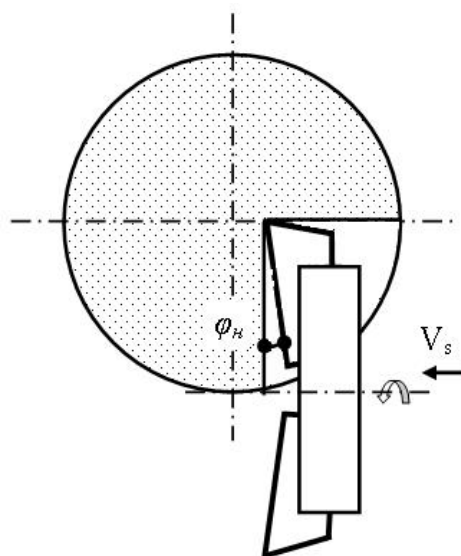


Рис. 7. Схема фрезерования чашки в бревне

**Форма шипа** показана на рис. 8. Шип (лапа), нарезаемый на бревне 1, имеет форму ласточкина хвоста со следующими размерами по толщине: с торцевой поверхности – 6/8 и 4/8, а у основания шипа соответственно 4/8 и 2/8 части стороны квадрата, условно вписанного в торец бревна. Длина шипа равна ширине и стороне указанного квадрата. Таким образом, верхняя грань 2 шипа и нижняя грань 3 наклонены к горизонту и оси бревна  $7,12^\circ$ .

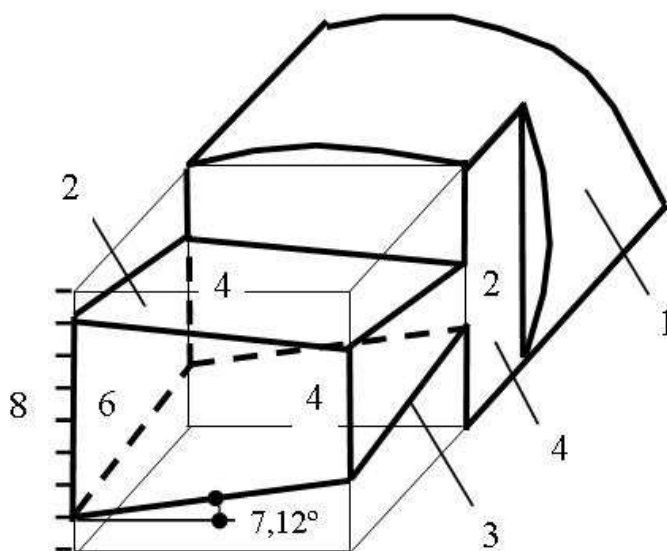


Рис. 8 Форма шипа

Соединение шипового соединения бревен показано на рис. 9.

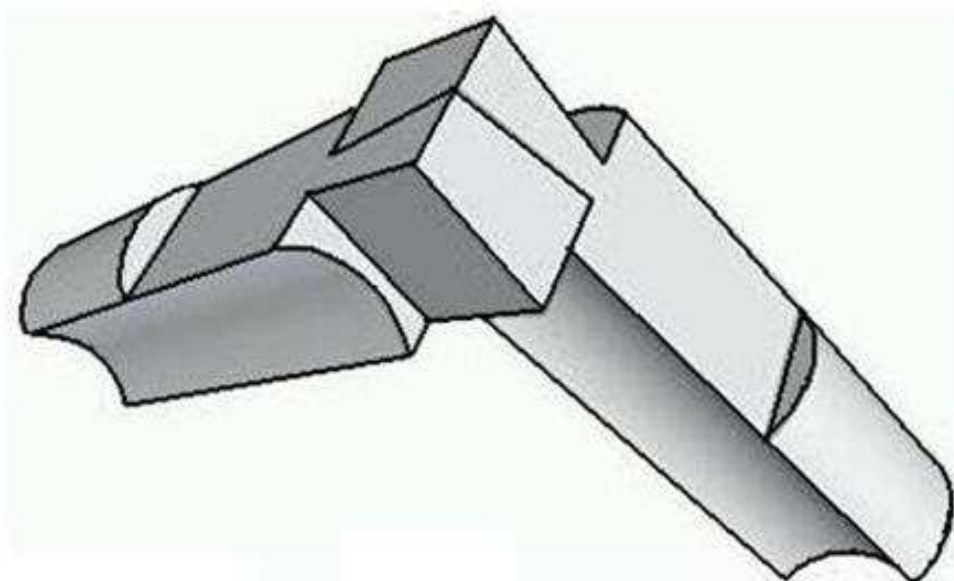


Рис. 9. Соединение шипов

### 3. Расчет мощности механизма резания при формировании чашки и шипа

Идеальная чашка вырезается в половину диаметра укладываемого бревна. Чашки формируются методом фрезерования на станках.

Для определения мощности механизма главного движения чашкорезного станка необходимо знать объём древесины удаляемой при формировании чашки [2]. Эту задачу можно решить двумя способами (рис. 10).

*Способ 1* – графический. При помощи системы автоматического проектирования AutoCAD, построим геометрическое тело, которое представляет собой вырезанную часть бревна.

Используя функцию «геометрия и масса», построим соединение брёвен и найдем объём вырезанной части бревна при нарезании чашки.

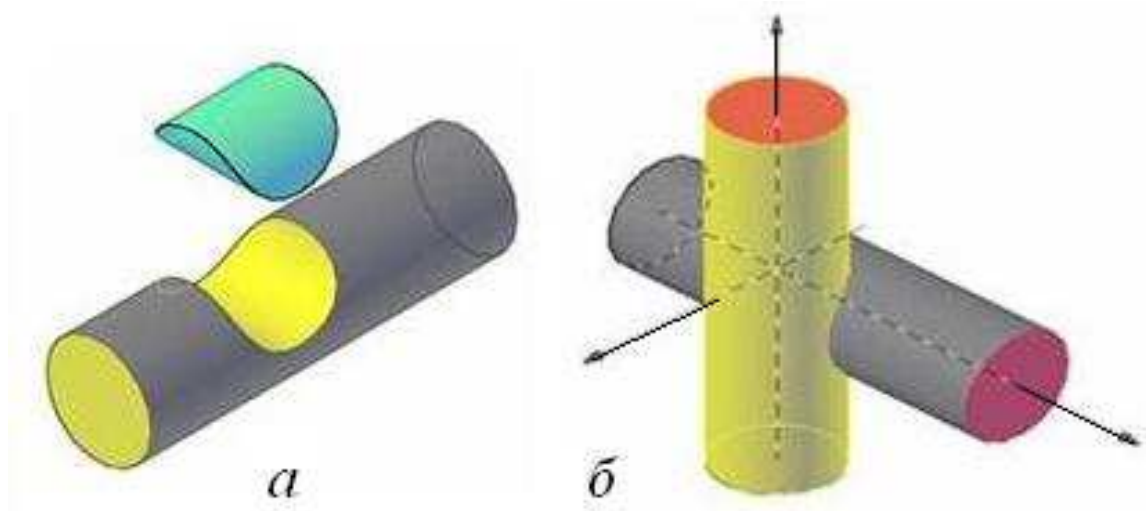


Рис. 10. Схемы:

*a* – образования чашки в бревне; *б* – расчетная

*Способ 2* – расчетный. Выведем формулу объёма вырезанной древесины при формировании чашки.

Объём сложного геометрического тела есть двойной интеграл

$$U = 2 \int_{-R}^R \int_0^{\sqrt{R^2 - x^2}} \sqrt{R^2 - (y - R)^2} dy dx = 2,323 R^3 = 0,290375 d^3.$$

Оба способа расчета дают одинаковый результат.

Мощность фрезерования можно найти по удельной работе резания по формуле, кВт:

$$P = \frac{Kv'}{1000}, \quad (1)$$

где  $K$  – удельная работа резания, Дж/см<sup>3</sup>;

$v'$  – секундный объем срезаемого слоя, см<sup>3</sup>/с.

Удельную работу находим по следующей формуле:

$$K = a_n a_w \left( k + \frac{\alpha_p p}{a} \right), \quad (2)$$

где  $a_n$ ,  $a_w$ ,  $\alpha_p$  – поправочные коэффициенты соответственно на породу, влажность древесины, затупление лезвия;

$p$  – фиктивная сила резания, Н/мм;

$k$  – касательное давление, МПа.

Мощность главного движения, кВт:

$$P = \frac{Kv'}{1000} = \frac{KvV_s}{600d};$$

$$P = \frac{KvV_s}{600d} = \frac{\left( k + \frac{\alpha_p p}{S_z \cos \varphi_n} \right) v S_z z n}{600000d}.$$

Для компактности формулы обозначим

$$y = \frac{vzn}{600000d \cos \varphi_n},$$

где  $d$  – диаметр бревна, см;

$z$  – число зубьев фрезы;

$n$  – частота вращения фрезы, мин<sup>-1</sup>;

тогда значение подачи на зуб, мм

$$S_z = \frac{P - \alpha_p p y}{k y \cos \varphi_n}.$$

Формирование цилиндрической чашки в бревне сруба выполняется торцевой фрезой (рис. 7). Заменяем площадь полукруга бревна равновеликим прямоугольником со сторонами  $t$  и  $d$  и запишем их равенство:

$$\frac{\pi d^2}{8} = td.$$

Отсюда средняя глубина фрезерования

$$t = \frac{\pi d}{8} = 0,392d .$$

Из проекции вида *A* (рис. 11) следует, что глубина фрезерования *t* (стрелка сегмента)

$$t = 2r \sin^2 \frac{\alpha}{4} .$$

Отсюда центральный угол хорды

$$\alpha = 4 \arcsin \sqrt{\frac{\pi}{8}} .$$

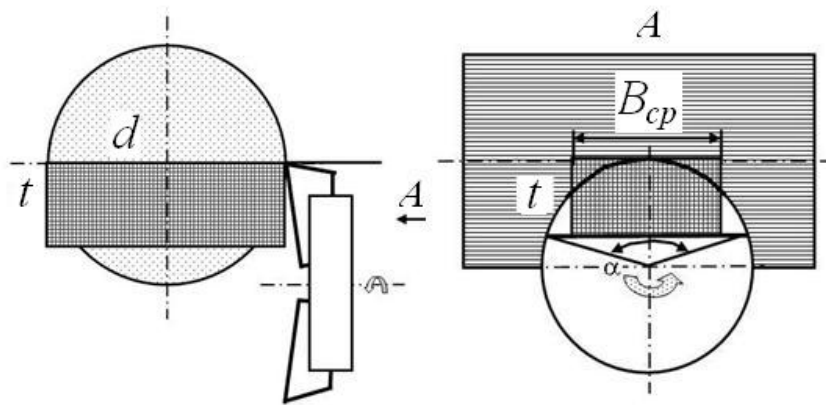


Рис. 11. Расчетная схема к определению объема чашки

Площадь сегмента заменим площадью равновеликого прямоугольника со сторонами *t* и *B<sub>cp</sub>* (глубина и ширина фрезерования):

$$\frac{r^2}{2} (\alpha - \sin \alpha) = t B_{cp} ;$$

$$B_{cp} = \frac{D^2}{8t} (\alpha - \sin \alpha) .$$

*Средняя длина дуги контакта.* Длина дуги контакта *l<sub>к</sub>* ограничена средним углом контакта *φ<sub>к</sub>*: *l<sub>к</sub>* = *rφ<sub>к</sub>*;

$$\frac{B_{cp}}{2} = r \sin \frac{\varphi_k}{2} ;$$

Средний угол контакта, рад:

$$\varphi_k = 2 \arcsin \frac{B_{cp}}{D} ,$$

где *D* – диаметр фрезы.

*Размеры срезаемого слоя:*

– толщина срезаемого слоя

$$a = S_z \cos \varphi_n,$$

где  $S_z$  – подача на зуб, мм;

– средняя ширина срезаемого слоя (измеряется по направлению радиуса фрезы)

$$b = r - \frac{r - t}{\cos \frac{\alpha}{4}}.$$

**Пример.** Проектируется станок для нарезания цилиндрических чашек в бревнах из древесины сосны, предназначенных для сборки срубов деревянных домов. Диаметр сосновых бревен  $d = 32$  см, влажность  $W = 40\%$ . Используется торцовая фреза с наружным диаметром  $D = 320$  мм, числом зубьев  $z = 1$ , передним углом при вершине зуба  $\gamma = 20^\circ$ , углом резания торцовых и боковых лезвий  $\delta = 70^\circ$ . Главная режущая кромка наклонена к плоскости перпендикулярной оси вращения фрезы под углом  $\varphi_n = 10^\circ$ . Частота вращения шпинделя  $n = 1500$  мин<sup>-1</sup>, период стойкости фрезы  $T = 400$  мин, лезвия оснащены твердым сплавом ВК15. Схема формирования чашки по рис. 7.

Принята мощность электродвигателя механизма главного движения  $P = 5,5$  кВт; 7,5 кВт; 11 кВт, КПД передачи  $\eta = 0,94$ .

*Определить скорости подач.*

**Решение.** Для получения различных вариантов расчета составим программу в Microsoft Excel.

**Пояснения.** При обработке чашек ножом образуется стружка в виде листов размером с ладонь руки. Стружка плохо транспортируется аспирационной системой. Поэтому предлагается нож с режущей кромкой в виде гребенки. Два ножа будут работать как один со сплошной режущей кромкой.

1. Средний диаметр окружности резания

$$D_{cp} = D / 2 = 320 / 2 = 160 \text{ мм.}$$

2. Скорость главного движения

$$V = \pi D_{cp} n / 60000 = 3,14 \cdot 160 \cdot 1500 / 60000 = 12,57 \text{ м/с.}$$

3. Центральный угол хорды



$$\alpha = 4 \arcsin \sqrt{\frac{\pi}{8}} = 2,71 \text{ рад.}$$

4. Глубина фрезерования

$$t = 2r \sin^2 \frac{\alpha}{4} = 2 \cdot \frac{320}{2} (\sin \frac{2,71}{4})^2 = 125,66 \text{ мм.}$$

5. Средняя ширина фрезерования

$$B_{cp} = \frac{D^2}{8t} (\alpha - \sin \alpha) = \frac{320^2}{8 \cdot 125,7} (2,71 - \sin 2,71) = 233,2 \text{ мм.}$$

6. Средний угол контакта

$$\varphi_k = 2 \arcsin \frac{B_{cp}}{D} = 2 \arcsin \frac{233,2}{320} = 1,6 \text{ рад.}$$

7. Значение угла скоса

$$\varphi_c = \frac{\varphi_k}{4} = \frac{1,6}{4} = 0,4 \text{ рад.}$$

8. Угол встречи с волокнами

$$\varphi_\theta = \frac{\varphi_k}{4} = \frac{1,6}{4} = 0,4 \text{ рад.}$$

9. Длина дуги контакта

$$l_k = r \varphi_k = 0,5 \cdot 320 \cdot 1,6 = 261,3 \text{ мм.}$$

10. Прирост затупления лезвий за время работы для зубьев с твердым сплавом ВК15

$$\Delta_p = \gamma_{\Delta_k} l_k n T K_n K_u / 1000 = 0,00006 \cdot 261,3 \cdot 1500 \cdot 400 \cdot 0,94 \cdot 0,92 / 1000 = 8,1$$

мкм.

11. Фиктивная сила:

– для продольно-торцового резания

$$p_{//-\perp} = 1,57 + 3,23 \sin^{1,25} \varphi_\theta = p_{//-\perp} = 1,57 + 3,23 (\sin 0,4)^{1,25} = 2,59 \text{ Н/мм;}$$

– для поперечно-продольного резания

$$p_{\#-//} = 0,98 + 0,59 \cos^2 \varphi_c = 0,98 + 0,59 \cos^2 0,4 = 1,48 \text{ Н/мм;}$$

– для поперечно-продольно-торцового резания

$$p_{\#-//-\perp} = p_{\#-//} + (p_{//-\perp} - p_{\#-//}) \sin^{1,25} \varphi_n = 1,48 - (2,59 - 1,48) \cdot (\sin 10^\circ)^{1,25} = 1,6$$

Н/мм.

12. Касательное давление стружки на переднюю грань лезвия

$$k_{\#-//} = 0,029\delta + CV' - 0,59 + (0,167\delta + (0,069 - C)V' - 4,81)\cos^2 \varphi_c = \\ = 0,029 \cdot 70 + 0,069(90 - 12,57) - 0,59 + (0,167 \cdot 70 + \\ + (0,069 - 0,069)(90 - 12,57) - 4,81)\cos^2 0,4 = 12,58 \text{ МПа} .$$

$$k_{//-\perp} = 0,196\delta + 0,069V' - 5,4 + (0,354\delta + 0,127V' - 14,22)\sin^{1,25} \varphi_n = \\ = 0,196 \cdot 70 + 0,069(90 - 12,57) - 5,4 + (0,354 \cdot 70 + 0,127(90 - 12,57) - \\ - 14,22)\sin^2 0,4 = 20,09 \text{ МПа} .$$

$$k_{\#-//-\perp} = k_{\#-//} + (k_{//-\perp} - k_{\#-//})\sin^{1,25} \varphi_n = 12,58 + (20,09 - 12,58)\sin^{1,25} 0,4 = \\ = 13,42 \text{ МПа}.$$

13. Коэффициент затупления

$$\alpha_p = 1 + (1 + 0,1 \frac{k}{p}) \frac{\Delta \rho}{\rho_o + 50} = 1 + (1 + 0,1 \frac{13,42}{1,6}) \frac{8,1}{5 + 50} = 1,27.$$

14. Окружная касательная сила резания:

$$F_{xo} = 1000P\eta/V = 1000 \cdot 5,5 \cdot 0,94 / 12,57 = 411,4 \text{ Н}; \\ (\text{при } P=7,5 \text{ кВт } F_{xo} = 561,0 \text{ Н}; \quad P=11 \text{ кВт } F_{xo} = 822,8 \text{ Н}).$$

15. Средняя сила резания на дуге контакта

$$F_{xзуб} = F_{xo}\pi D_{cp} / (l_{\kappa}Z) = 411,4 \cdot 3,14 \cdot 160 / (261,3 \cdot 1) = 791,3 \text{ Н}; \\ (\text{при } P=7,5 \text{ кВт } F_{xзуб} = 1079,1 \text{ Н}; \quad P=11 \text{ кВт } F_{xзуб} = 1582,6 \text{ Н}).$$

16. Объем древесины, удаляемой при формировании чашки

$$v = 0,290375d^3 = 0,290375 \cdot 32^3 = 9515,0 \text{ см}^3.$$

17. Параметр формулы мощности

$$y = \frac{vzn}{600000d \cos \varphi_n} = \frac{9515 \cdot 1 \cdot 1500}{600000 \cdot 32 \cdot \cos 10^\circ} = 0,75 \text{ см}^2/\text{мин}.$$

18. Находим величину подачи на один зуб фрезы

$$S_z = \frac{P - \alpha_p p y}{k y \cos \varphi_n} = \frac{5,5 - 1,27 \cdot 1,6 \cdot 0,75}{13,42 \cdot 0,75 \cdot \cos 10^\circ} = 0,4 \text{ мм}.$$

$$(\text{при } P=7,5 \text{ кВт } S_z=0,6 \text{ мм}; \quad P=11 \text{ кВт } S_z=0,95 \text{ мм}).$$

19. Скорость подачи

$$V_s = \frac{S_z Z n}{1000} = \frac{0,4 \cdot 1 \cdot 1500}{1000} = 0,6 \text{ м/мин};$$

$$(\text{при } P=7,5 \text{ кВт } V_s=0,9 \text{ м/мин}; \quad P=11 \text{ кВт } V_s=1,42 \text{ м/мин}).$$

#### 4. Технологические операции обработки бревен

Технология деревянного домостроения из оцилиндрованного бревна предусматривает изготовление деталей (модулей в виде конструктивно оформленного самостоятельного продукта) дома полной заводской готовности. Для этого на все детали должны иметься чертежи (рис. 12). Все линейные размеры детали выполняются с погрешностью не более 2 мм. Детали изготавливаются из оцилиндрованного бревна. Они включают следующие элементы: цилиндрическую чашку (одну, две и более), «лунный» продольный паз, компенсационную прорезь.

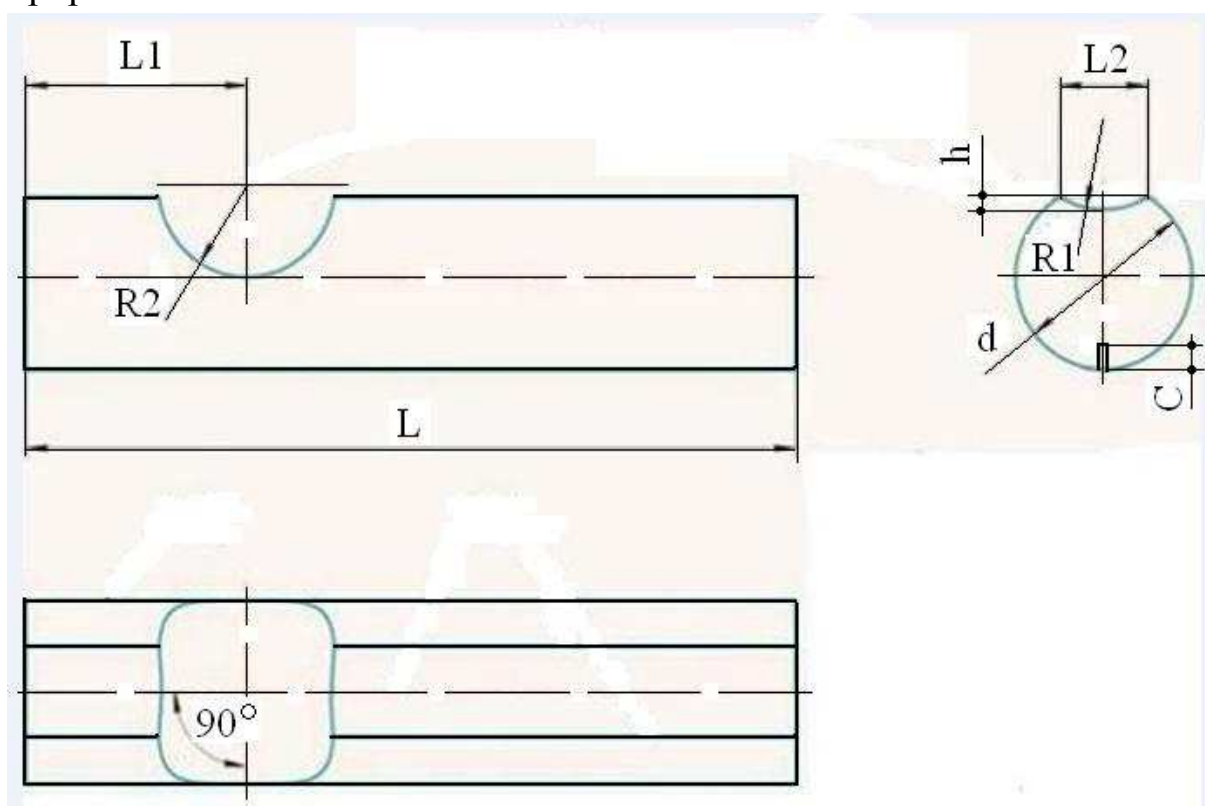


Рис. 12. Схема чертежа детали дома

Начинается производство оцилиндрованных бревен с подготовки сырья. Круглые лесоматериалы по ГОСТ 9463-88 породы ель и сосна сортируются с исключением продольной кривизны и гнили (<http://www.stroypraym.ru>).

После сортировки бревна подвергаются первичной обработке – очищаются от коры, сучков, металлических включений, грязи. Затем их подвергают сушке. Лучшие условия доведения влажности до тре-

буемых значений (не более 15-18%) обеспечиваются в камерах мягкой сушки. Однако из-за экономических соображений чаще ограничиваются естественной сушкой в проветриваемых штабелях, защищенных от дождя, снега и солнца навесами.

В серийном и массовом производстве, когда используются большие объемы круглых лесоматериалов, и когда нет возможности сушить, на оцилиндровку поступают сырые лесоматериалы.

На оцилиндровочном станке позиционном или проходном из бревна получают цилиндр.

Позиционный станок позволяет получить из бревна, даже из бревна с изгибом, абсолютно ровный цилиндр. Однако из бревна с изгибом получается цилиндр меньшего диаметра, чем из прямого бревна. При этом много древесины уходит в стружку.

При работе на станке проходного типа бревно подается вальцовым механизмом в роторную головку с фрезами, которые срезают с него верхний слой. Центрирование бревна в этом случае производится по его наружной поверхности, в результате чего в обработанной заготовке сохраняется изгиб бревна. При раскрое заготовки по длине на короткие детали величина прогиба детали уменьшается.

Станки проходного типа обеспечивают высокую производительность. Длина обрабатываемого бревна не ограничена. При срезании небольшого припуска обеспечивается высокий выход готовой продукции (до 90%).

После оцилиндровки бревна на нем, иногда сразу же на оцилиндровочном станке, выполняется продольный «лунный» паз, лыска и компенсационная прорезь (рис. 13).

Затем оцилиндрованные бревна раскраиваются по длине на заготовки заданной длины, на которых обрабатываются чашки для углового соединения и отверстия под шканты и нагели.

Детали дома покрывают антисептиком и укладывают в штабель на прокладках в проветриваемом помещении. Антисептирование древесины предотвращает образование синевы, плесени в виде серых пятен на сырой древесине и сохраняет привлекательный вид деталей.

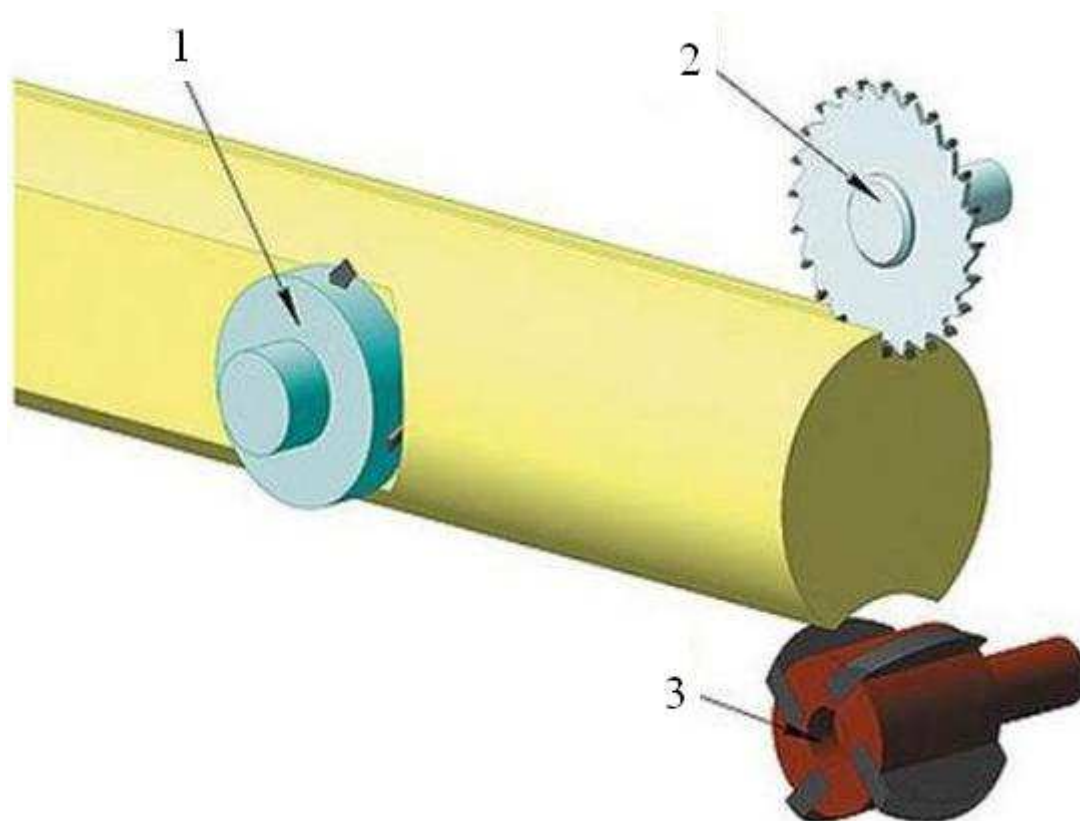


Рис. 13. Схема обработки элементов конструкции бревна:

1 – обработка компенсационного паза; 2 – фрезерование лыски на внутренней поверхности бревна; 3 – обработка «лунного» паза

## 5. Конструкции станков

### 5.1. Станок Тайга ОС-1

Оцилиндровочный станок Тайга ОС-1 – станок периодического действия (рис. 14), на котором можно выполнить все технологические операции не снимая бревно со станка: сначала черновую, а затем чистовую оцилиндровку бревна, формирование «лунного» продольного паза, обработку компенсационного паза и чаш для укладки брёвен под углом 90 градусов.

Для установки бревна на станок сначала с помощью карандаша находят центры торцов бревна, как точки пересечения их диаметров. Затем с помощью подъемников, расположенных по краям бревна, концы бревна поднимаются до уровня совпадения центральных конических упоров задней и передней бабки. При вращении винта задней бабки, упоры с коническими упорами врезаются в торец бревна, сме-

щают бревно в сторону к передней бабке, и четыре кулачка передней бабки тоже врезаются в торец бревна.

Включают привод передней бабки. Бревно начинает вращаться. К бревну подводят галтельную фрезу. Портал станка вручную передвигают по рельсовому пути. Происходит черновая обточка бревна. На чистовую обточку оставляется припуск 2...3 мм.

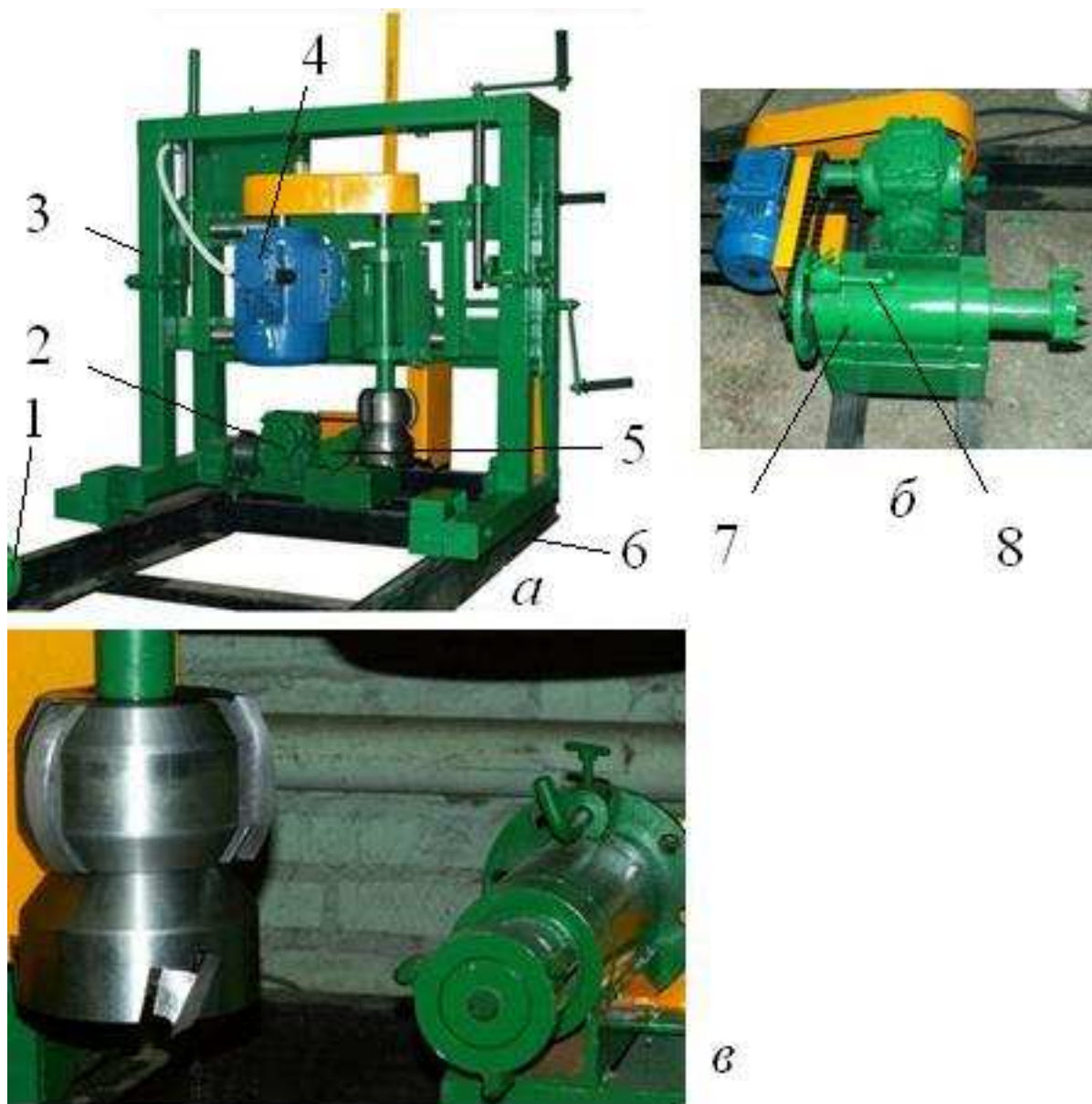


Рис. 14. Станок оцилиндровочный модели Тайга ОС-1:

а – общий вид; б – передняя бабка с приводом; в – фреза;

1 – задняя бабка; 2 – привод передней бабки; 3 – портал; 4 – электродвигатель привода фрезы; 5 – передняя бабка; 6 – рельсовый путь; 7 – передняя бабка с приводом; 8 – палец для фиксации передней бабки

Чистовая обточка производится торцово-конической фрезой расположенной на конце шпинделя. Для обработки компенсационного паза станок дополнительно снабжается поворотным суппортом с электродвигателем, на валу которого установлена круглая пила.

При работе станка основная доля времени расходуется на настроечные перемещения. В связи с этим производительность станка низкая. Такие станки могут быть использованы частными предпринимателями на предприятиях с небольшим объемом производства.

#### Техническая характеристика станка Тайга ОС-1

Производительность, м <sup>3</sup> /смену .....	6...10
Период обработки одного бревна, мин .....	15...30
Максимальная длина бревна, мм .....	6500
Максимальный диаметр бревна, см .....	50
Диаметр оцилиндрованного бревна, см.....	240...160
Подача вдоль бревна .....	Ручная
Мощность электродвигателя, кВт:	
– привода фрезы .....	7,5
– привода передней бабки .....	1,1
Частота вращения, мин <sup>-1</sup> :	
– фрезы .....	4000
– вала передней бабки .....	30; 45; 60
Габаритные размеры, мм:	
– длина .....	7500
– ширина .....	1150
– высота .....	1250
Масса, кг .....	600

#### 5.2. Станок КБ-5 «Каскад-Супер»

Оцилиндровочный станок КБ-5 «Каскад-Супер» периодического действия с вращающимся бревном предназначен для предприятий с большим объемом производства. Станок не требует частых перенстроек. Режущие инструменты выставляются на размер один раз, и



этого достаточно для обработки одной партии оцилиндрованных бревен. Для оцилиндровки бревен используется два шпинделя, обеспечивающих одновременно черновое и чистовое фрезерование. Центрирование бревен производится предварительно в период обработки предыдущего бревна с использованием лазерного луча и загрузочно-центрирующего устройства. Все это позволяет увеличить производительность станка (рис. 15). Скорость продольной подачи при оцилиндровке достигает 2 м/мин.

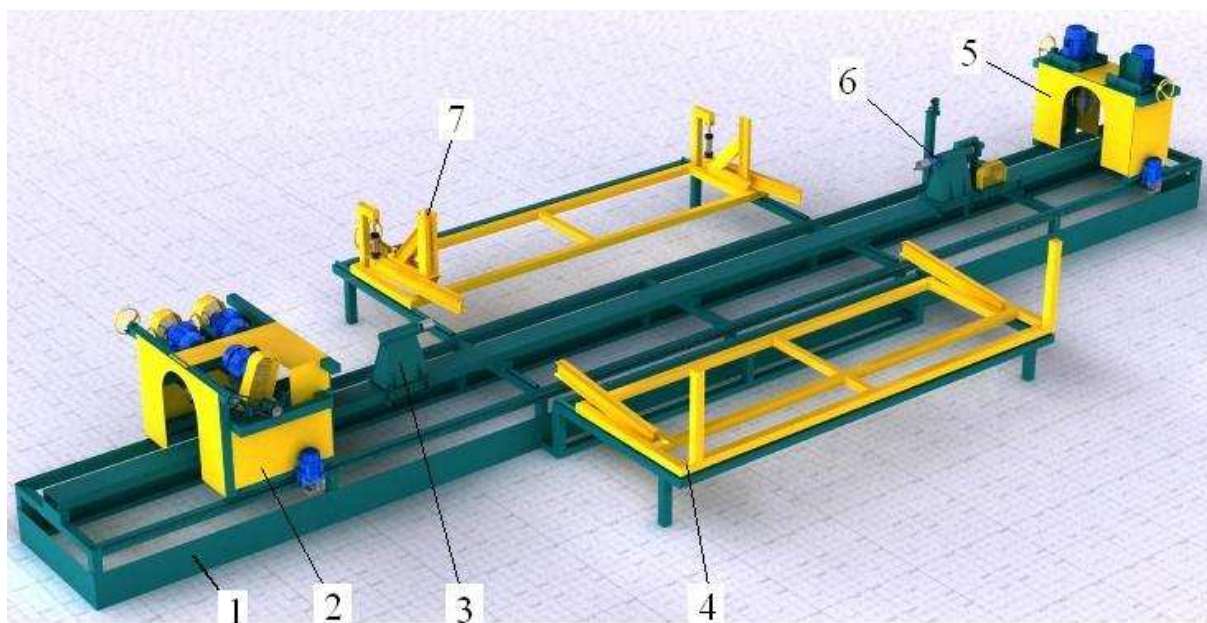


Рис. 15. Станок КБ-5 Каскад Супер:

1 – рама с направляющими; 2 – портал 2; 3 – задняя бабка; 4 – накопитель оцилиндрованных бревен; 5 – портал 1; 6 – передняя бабка с приводом; 7 – загрузочно-центрирующее устройство

Обрабатываемое бревно кладут на шарнирно закрепленные горизонтальные рычаги загрузочно-центрирующего устройства 7. Рычаги могут подниматься одновременно и поочередно. С помощью лазерного луча, проходящего на уровне центров станка, добиваются совпадения его с центрами торцов бревна. Эта настройка выполняется в период обработки предыдущего бревна.

При работе с помощью загрузочно-центрирующего устройства бревно подводят к центрам станка и зажимают его. Включают привод центров, бревно начинает вращаться с частотой 20...40 мин<sup>-1</sup>. Включают привод портальной каретки 5, с помощью цепи она начинает перемещаться вдоль оси центров, надвигаясь на бревно. Торцово-



конические фрезы чернового и чистового шпинделей, расположенных по обе стороны бревна, формируют цилиндрическую поверхность бревна.



Рис. 16. Положение порталных кареток станка КБ-5

После завершения оцилиндровки порталная каретка 5 захватным рычагом сцепляется с порталной кареткой 2 (рис.15), и обе каретки перемещаются к переднему концу станка. При этом шпиндели пильный и фрезерный галтельный, смонтированные на порталной каретке 2, обрабатывают компенсационный паз и «лунный» продольный паз (рис. 16).

После завершения обработки обработанное оцилиндрованное бревно с помощью рычагов каретки накопителя снимается и вывозится из станка.

Для фрезерования плоскости (лыски) на портале установлен отдельный независимый шпиндель.

Для облегчения удаления стружек внизу рамы станка смонтирован ленточный транспортер, который позволяет вынести накопив-

шиеся стружки из-под рамы станка в переднюю, или заднюю часть станка.

### Технические характеристики оцилиндровочного станка КБ-5 «Каскад-Супер»

Максимальный диаметр бревна, см .....	74
Длина обрабатываемого бревна, м .....	8,5
Диаметр оцилиндрованных бревен, см .....	16...50
Максимальная толщина срезаемого слоя за один проход (по радиусу бревна), мм .....	100
Скорость продольной подачи, регулируемая, м/мин ...	0...5
Частота вращения чистовой фрезы, мин <sup>-1</sup> .....	4000
Отклонение продольного профиля оцилиндрованного бревна, мм .....	1,0
Частота вращения заготовки, регулируемая, мин <sup>-1</sup> ...	20...40
Установленная мощность, кВт .....	37,5
Габариты, м .....	15,5×1,5×1,5
Масса станка, кг .....	3500
Количество обслуживающих, чел .....	2

### 5.3. Станок Шервуд ОФ-40Ц

Станок Шервуд ОФ-40Ц предназначен для обработки бревен зажатых в центрах с целью изготовления оцилиндрованных бревен, оцилиндрованных бревен с продольным пазом и компенсационным пазом для укладки в сруб. Станок позиционный. Бревно в центрах не вращается. Это станок роторный (рис. 17).

Производительность станка достигает до 6000 м<sup>3</sup>/год готовой продукции при двухсменной работе.

Станок состоит из следующих основных узлов: станины, в которой вмонтированы узлы подъема бревна, неподвижного и зажимного консольных центров, подвижной роторной каретки с установленными на ней оцилиндровочным ротором и двумя шпинделями – пильным и фрезерным, а также привода перемещения каретки.

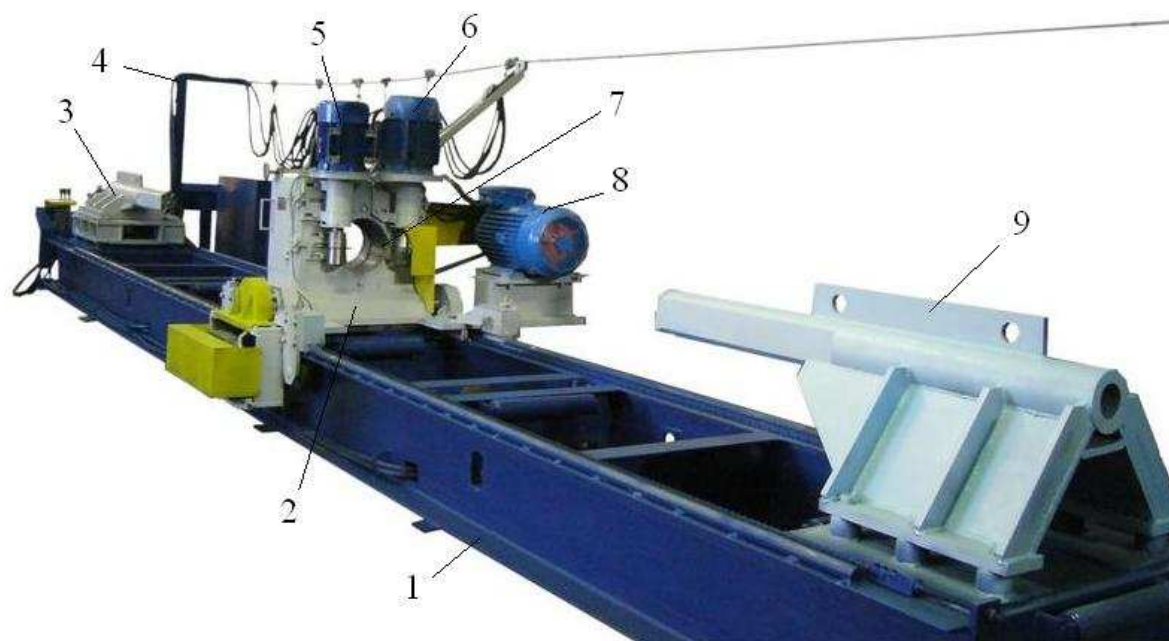


Рис. 17. Станок оцилиндровочный «Шервуд ОФ-40Ц»:

1 – станина с продольными направляющими; 2 – роторная каретка, установленная на направляющих; 3 – зажимной центр; 4 – стойка со струной для подвески кабеля; 5 – привод пильного шпинделя; 6 – привод шпинделя с галтельной фрезой; 7 – ротор с резцами; 8 – привод ротора; 9 – центр

Сварная рама станка имеет длину 10,5 м. На раме закреплены круглая и плоская направляющие. На них установлена на роликовых опорах роторная каретка с механизмом подачи. Подача осуществляется приводной звездочкой, установленной на подвижной каретке и взаимодействующей с цепью, концы которой закреплены на раме.

Для подъема и настройки положения бревна (перед зажимом) в раме вертикально установлены два гидроцилиндра с площадками на штоках.

Внутри рамы смонтирован скребковый транспортера для удаления отходов.

Станок работает следующим образом. Роторную каретку улавливают в исходное положение у неподвижной бабки. На станину станка подают бревно и механизмами подъема (с гидроприводом) поднимают и позиционируют относительно центров. Бревно фиксируется зажимной центром с гидроприводом, после чего механизмы подъема опускаются. Включаются приводы оцилиндровочного ротора, пильного и фрезерного шпинделей и привод подачи каретки рото-

ра. Обработка бревна по всем поверхностям происходит за один проход. Скорость подачи в процессе обработки можно плавно регулировать. По завершении обработки бревно освобождается и удаляется со станка. Для обработки следующего бревна цикл повторяют.

Такая обработка позволяет снизить трудоемкость технологического процесса, увеличить производительность станка и получить высокое качество обработанной поверхности на повышенных скоростях подачи. Производительность станка достигает 20 м<sup>3</sup>/в смену при коэффициенте использования станка 0,72.

#### Техническая характеристика станка

Максимальный диаметр бревна в комле, мм .....	560
Припуск на обработку при оцилиндровке, мм .....	120
Длина обрабатываемого бревна, мм .....	5950...6150
Скорость подачи, м/мин:	
– рабочий ход .....	0 ... 3
– холостой ход .....	6
Диаметр бревна после оцилиндровки, мм	200, 220, 240, 260, 280, 300, 320, 340, 360, 380, 400
Частота вращения, об/мин	
– роторной головки .....	600...850
– пильного и фрезерного шпинделей .....	3 000
Номинальная мощность привода при частоте вращения, кВт; мин <sup>-1</sup> :	
– подачи .....	1,5; 1000
– оцилиндровочного ротора .....	55; 3000
– пильного шпинделя .....	11; 3000
– фрезерного шпинделя .....	15 3000
Габаритные размеры, мм:	
– длина .....	10 700
– ширина .....	2 040
– высота .....	2 000
Масса станка, кг .....	6 600

## 5.4. Станок «Термит»

Завод Термит выпускает универсальные станки проходного типа «Термит 320У», «Термит 280У», «Термит 240У» для получения оцилиндрованных бревен, а при необходимости и пиломатериалов. Общий вид и технологическая схема станка показаны на рис. 19.

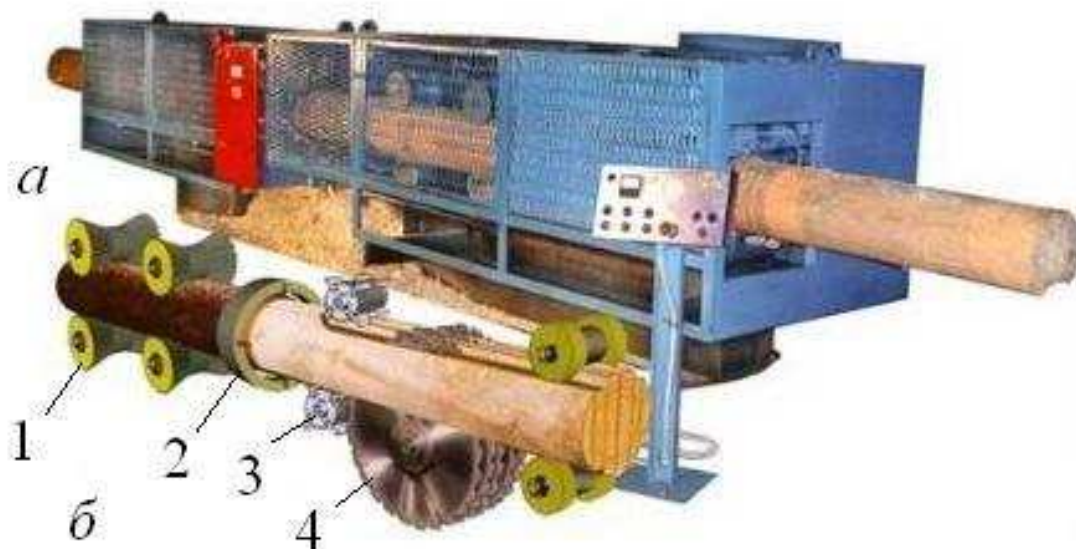


Рис. 19. Станок «Термит»:

*а* – общий вид; *б* – технологическая схема;

1 – механизм подачи и базирования станка; 2 – роторная головка с ножами;

3 – фрезерный шпиндель; 4 – пильный узел

Станок рекомендуется применять в качестве головного оборудования в линии по производству деталей домов из оцилиндрованных бревен, пиломатериалов, шпал.

Все технологические операции при оцилиндровке выполняются за один проход бревна. Производительность станка в среднем составляет 650 погонных метров в смену, по обрезному пиломатериалу – 900 погонных метров в смену.

На качество готовой продукции, прямолинейность продольных пазов и пиломатериалов сильно влияет скручивание обрабатываемого бревна в роторной головке и конических вальцах механизма подачи. Базирование бревна по схеме, показанной на рис. 20 задачу не решает.



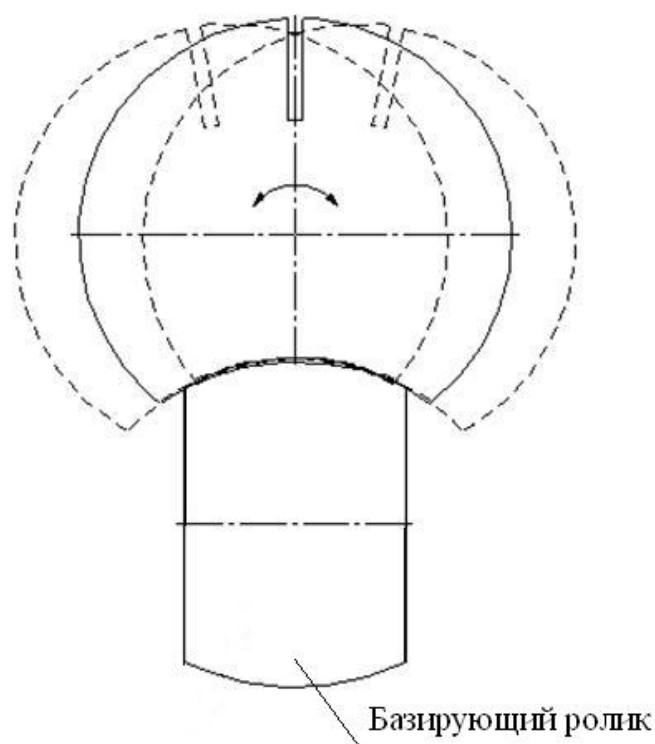


Рис. 20. Схема кручения бревна на базирующем ролике

В станке «Термит» задача базирования бревна решена так. На месте «лунного» продольного паза сначала фрезеруется прямоугольный паз (рис. 21) и в него заводятся цилиндрические базирующие ролики, противодействующие скручиванию бревна. Затем на выходе из станка прямоугольный паз преобразуется дополнительной фрезой в паз с цилиндрической поверхностью.

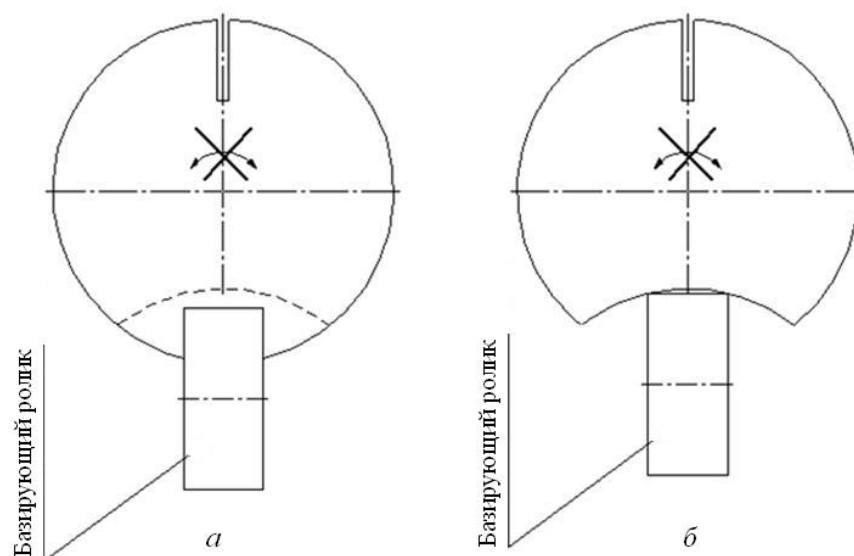


Рис. 21. Схема базирования бревна и обработки «лунного паза»:  
а – базирование в прямоугольном пазе; б – положение «лунного» паза

Таким образом, на первой стадии формируются компенсационный паз и паз прямоугольного сечения. В этом случае базирование бревна исключает возможность его поворота вокруг своей оси, а окончательное формирование профиля продольного паза происходит либо когда бревно все еще удерживается как минимум двумя базирующими поверхностями, либо когда бревно уже вышло из зоны резания ротора.

Технические характеристики станков приведены в табл. 2.

Таблица 2

**Технические характеристики станков Термит 320У, 280У, 240У**

Параметры станка	320У	280У	240У
Размеры бревен, мм:			
- диаметр наибольший в комле .....	400	360	320
- длина наименьшая .....	2000	2000	2000
Диаметр оцилиндрованного бревна, мм .....	160...320	160...280	120...240;
Количество устанавливаемых пил, шт .....	1...6	1...6	1...6
Высота пропила максимальная, мм .....	150	150	150
Скорость подачи, м/мин .....	0...8	0...8	0...8
Частота вращения, мин <sup>-1</sup> :			
- оцилиндровочной головки	900	900	1000
- фрезерных шпинделей	3000	3000	3000
- фрезерно-пильного шпинделя .....	1000	1000	1000
Мощность привода, кВт:			
- механизма подачи .....	2×1,5	2×1,5	1,5
- оцилиндровочного шпинделя .....	55	55	37
- фрез .....	2×11	2×11	2×11
- фрезы .....	22	22	30
Габаритные размеры станка, мм	7300×2000 ×2150	7300×2000 ×2150	4950×1650 ×1900
Масса станка, кг	5700	5500	4000

### 5.5. Станок для нарезания чашки

Нарезание чашек в деталях из оцилиндрованных бревен целесообразно использовать специализированные станки. Для формирования чашки может быть использована следующая технологическая линия (рис. 22).

Предварительно оцилиндрованные, с нарезанным продольным пазом и оторцованные в размер бревна подаются на накопитель 2. С накопителя бревна поштучно подаются на роликовый конвейер с неприводными роликами. Бревно базируется продольным пазом на роликах и по упорам и зажимается прижимами. Верхняя точка окружности резания фрезы располагается в диаметральной плоскости бревна. Включается чашконарезное устройство 6 и нарезается чашка цилиндрической формы. Затем каретка со станком перемещается к другому концу бревна, и снова нарезается чашка. После нарезания чашки бревно освобождается от прижимов и по роликовому транспортеру перемещается к месту складирования. На освободившееся место подается новое бревно и процесс повторяется.

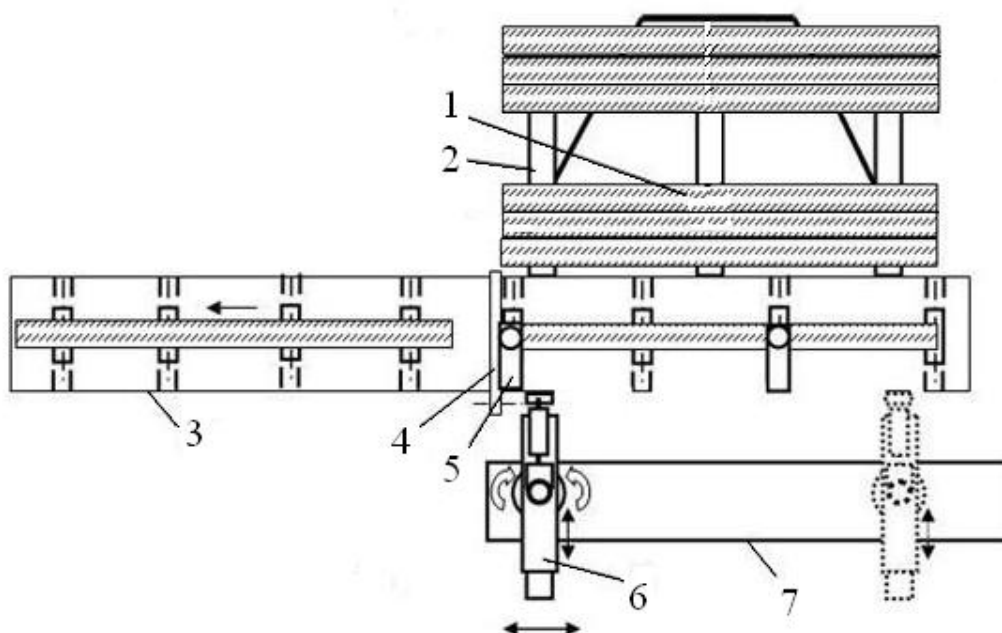


Рис. 22. Линия нарезания чашки:

- 1 – бревно; 2 – накопитель; 3 – транспортер разгрузочный; 4 – торцовый упор для бревна; 5 – прижим; 6 – фрезерный чашкорезный станок;  
7 – рельсовые направляющие для каретки станка



Фрезерный чашкорезный станок (рис. 23) включает роликовый конвейер 2, механизм прижима бревна 4, смонтированный на вертикальной стойке, и торцовый упор 3. Сбоку от конвейера на направляющих смонтирована колесная каретка 10, на которой установлен корпус 11 поворотного устройства с ползуном 9.

Поворотное устройство вставлено в корпус 11 с возможностью подъема в нем с помощью винта, поворота на угол  $\pm 45^\circ$  и фиксации клеммовым зажимом. В корпусе поворотного устройства на роликовых опорах смонтирован ползун 9 с возможностью перемещения на пути 800 мм. На ползуне расположен шпиндель 6 механизма резания с торцевой фрезой 1, соединенный с электродвигателем ременной передачей. Фреза шпинделя в рабочей зоне закрыта ограждением.

Питание электродвигателей электрическим током обеспечивается кабелем, который по удочке подводится к пульту управления и электродвигателям.

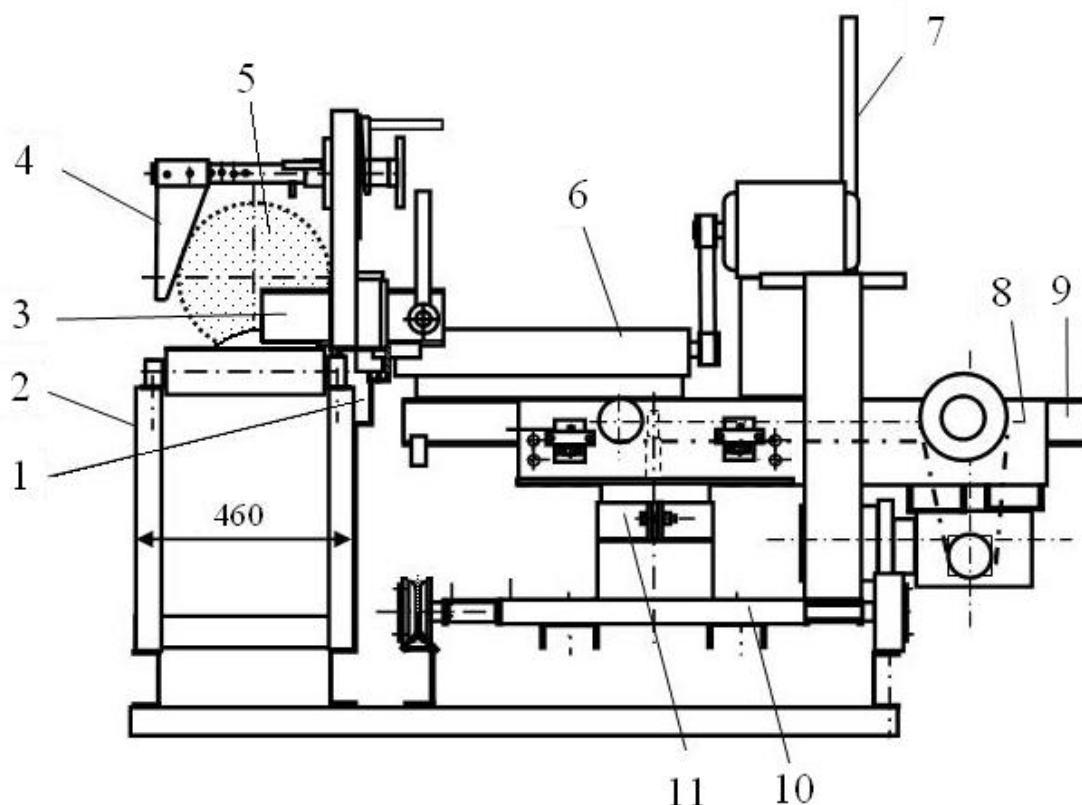


Рис. 23. Станок чашкорезный:

- 1 – фреза; 2 – роликовый конвейер; 3 – торцовый упор; 4 – прижим; 5 – бревно;  
6 – шпиндель; 7 – подвеска для кабеля; 8 – корпус с направляющими для ползуна;  
9 – ползун; 10 – каретка; 11 – корпус для поворотной стойки

## 5.6. Станок для нарезания шипа

Для фиксации оцилиндрованных бревен в срубе дома иногда используют шиповое соединение. Для нарезания шипов используют специальный станок.

Шипорезный станок (рис. 24) включает верхние и нижние направляющие 2, которые наклонены к горизонту под углом  $\pm 7^\circ$ . На направляющих смонтированы подвижные суппорты с электродвигателями и коническими фрезами 4. Суппорты шарнирно соединены тягами 5 с гайкой 6 ходового винта, который реверсивно вращается от мотор-редуктора 7.

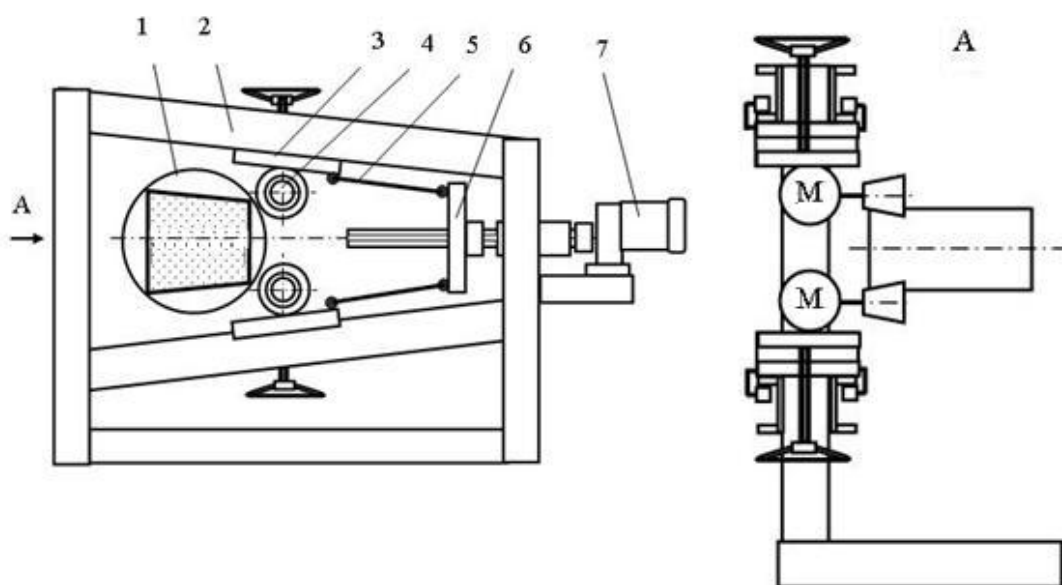


Рис. 24. Станок для нарезания шипов:

1 – бревно; 2 – направляющие; 3 – подмоторная плита суппорта;  
4 – фреза коническая; 5 – тяга; 6 – гайка; 7 – мотор-редуктор

При надвигании суппортов в сторону бревна 1 конические фрезы обрабатывают наклонные верхние и нижние поверхности шипа и его заплечики.

## Заключение

В учебном пособии рассмотрены технология и оборудование для оцилиндровки бревен, применяемых при сборке срубов деревянных домов. Из большого разнообразия оцилиндровочных станков в работе рассмотрены только отдельные, как примеры реализации типовых технологических схем.

Учебное пособие будет полезно при изучении деревянного домостроения, а также при выполнении выпускной квалификационной работы бакалавра по теме деревянного домостроения.

## Библиографический список

1. Глебов, И.Т. Энциклопедия деревообработки. Учебное пособие/ И.Т. Глебов. – СПб.: Издательство «Лань», 2016. – 388 с.
2. Глебов, И.Т. Решение задач по резанию древесины. Учебное пособие/ И.Т. Глебов. – СПб.: Издательство «Лань», 2012. – 288 с.

## Оглавление

Введение .....	3
1. Схемы оцилиндровочных станков .....	6
2. Схемы соединения бревен в срубе дома .....	8
3. Расчет мощности механизма резания при формировании чашки и шипа .....	12
4. Технологические операции обработки бревен .....	18
5. Конструкции станков .....	20
5.1. Станок Тайга ОС-1 .....	20
5.2. Станок КБ-5 «Каскад-супер» .....	22
5.3. Станок Шервуд ОФ-40Ц .....	25
5.4. Станок Термит .....	28
5.5. Станок для нарезания чашки .....	31
5.6. Станок для нарезания шипа .....	33
Заключение .....	33
Библиографический список .....	34

Учебное издание

Иван Тихонович Глебов

Технология и оборудование для изготовления  
оцилиндрованных деталей срубов деревянных домов

Учебное пособие